

Струминский А.Б.¹, Григорьева И.Ю.², Логачев Ю.И.³, Садовский А.М.¹

¹ИКИ РАН, Россия, Москва, astruminsky@gmail.com

²ГАО РАН, Россия, Санкт-Петербург

³НИИЯФ МГУ, Россия, Москва

Введение

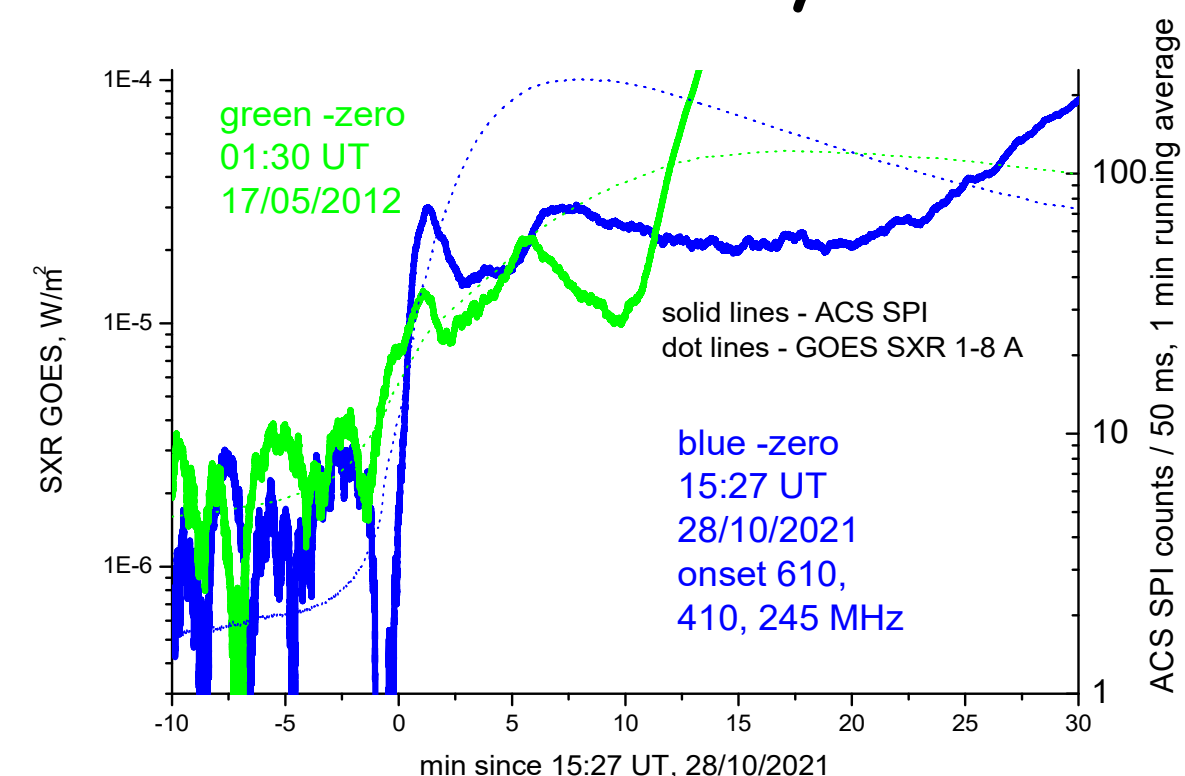
- Рассматривается первое мощное протонное событие 25-го цикла, сопровождавшееся 73-им наземным возрастанием (GLE).
- Мы используем данные: детекторов GOES мягкого рентгеновского излучения (SXR); антисовпадатальной системы защиты спектрометра на КА ИНТЕГРАЛ ACS SPI (до прихода протонов) по жесткому рентгеновскому излучению (HXR) и по протонам; детектора SOHO/EPHIN по электронам
- SXR излучение позволяет выделить во вспышке фазу нагрева и период ускорения коронального выброса массы (КВМ), судить о величине «хромосферных эффектов» и высоте области развития вспышки.

20211028events.txt

2070 +	1517	1535	1548	G16	5	XRA	1-8A	X1.0	9.1E-02	2887
2070 +	1527	1540	1545	SAG	U	RBR	610	630		2887
2070 +	1527	1529	1552	SAG	U	RBR	245	4300		2887
2070 +	1527	1530	1551	SAG	U	RBR	410	2100		2887
2070 +	1529	////	1531	SAG	C	RSP	025-180	III/3		2887
2070 +	1529	////	1553	SAG	C	RSP	025-180	II/3	1457	2887
2070 +	1532	////	1709	SAG	C	RSP	025-180	IV/2		2887
2070 +	1602	1604	1641	HOL	3	FLA	S26W05	2N	ERU	

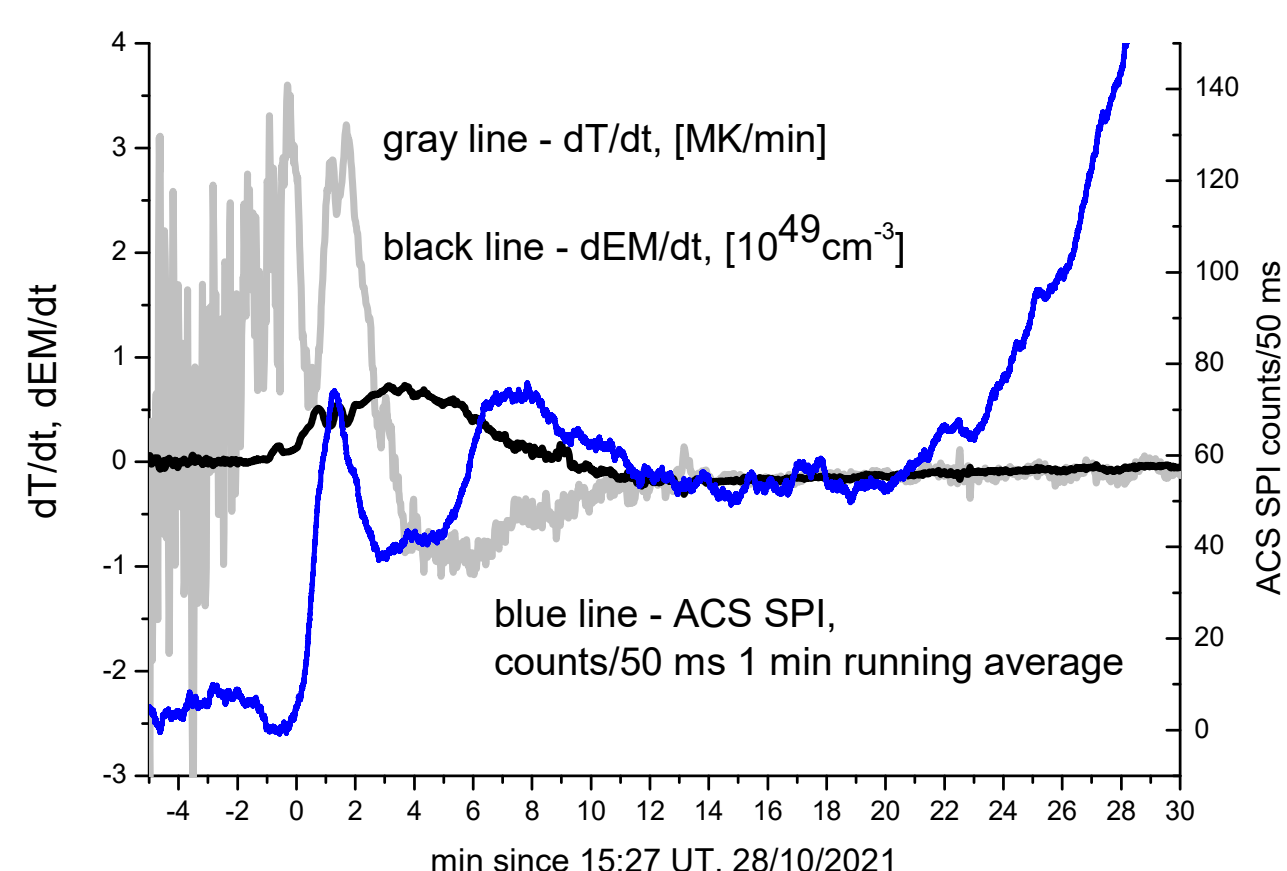
Отсутствие в таблице данных по радиоизлучению с частотами выше 610 МГц предполагает, что событие могло развиваться в слабом магнитном поле, например, высоко в короне (т. е., где гиротронное излучение мало).

SXR и HXR излучение



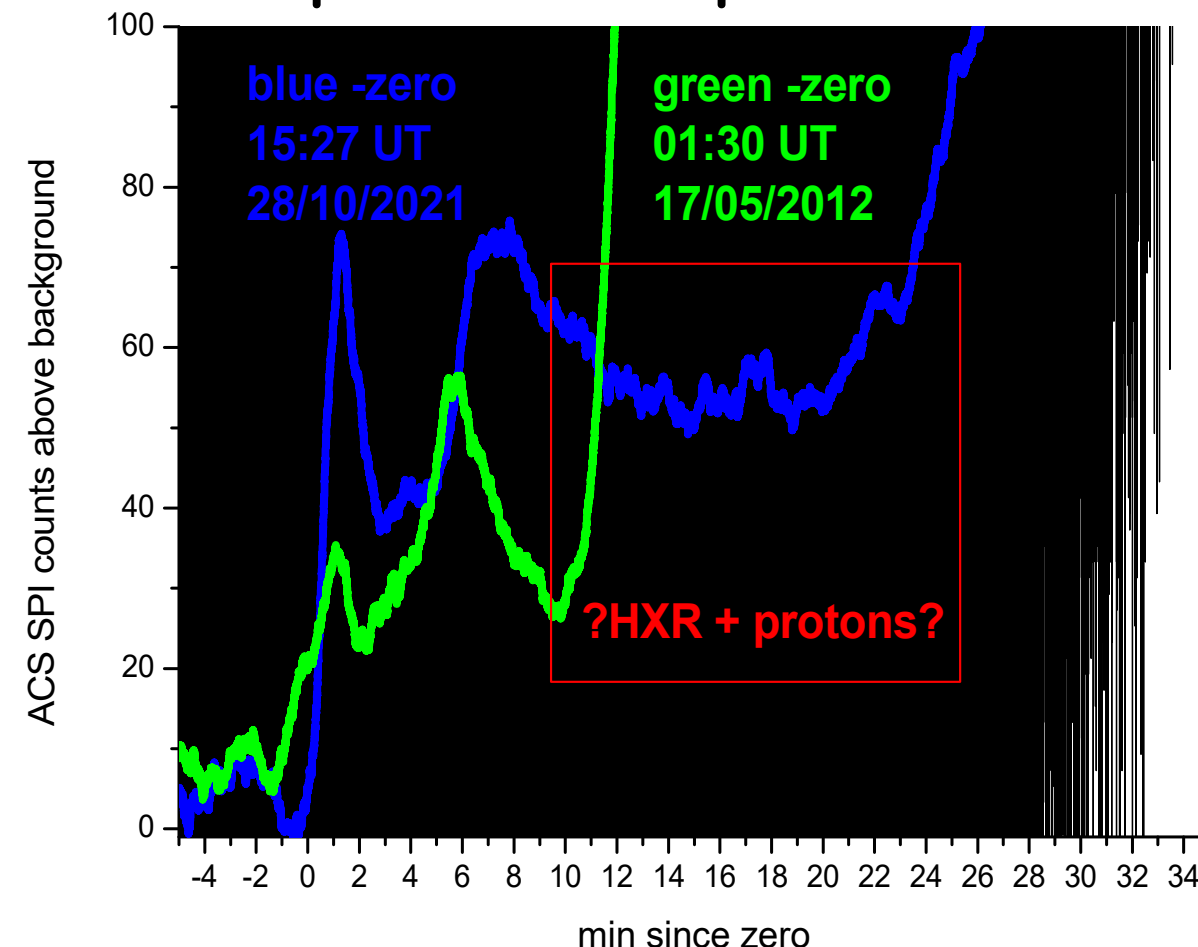
Одинаковая временная структура HXR излучения (до 10 мин), большие амплитуды HXR-кривой коррелируют с большим баллом SXR-вспышки.

SXR плазма, dT/dt, dEM/dt, HXR



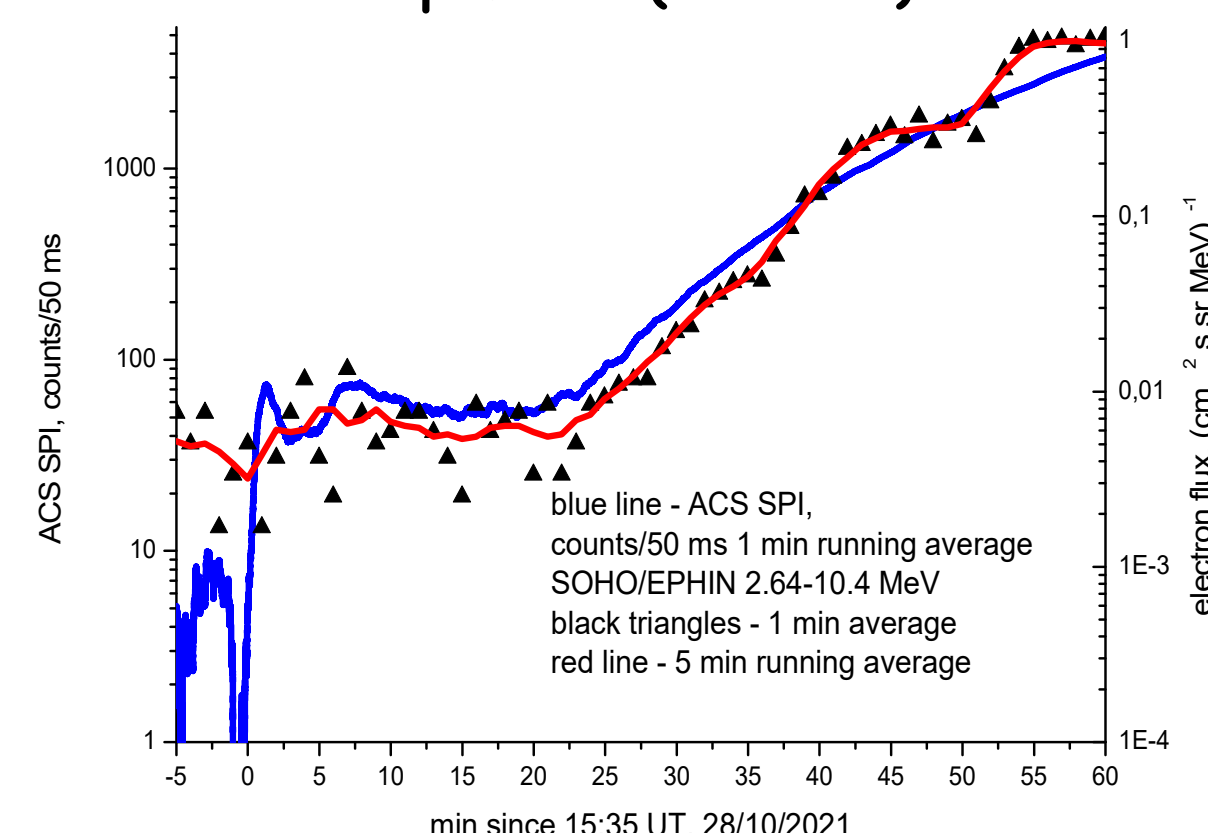
$dT/dt < 4$, $dEM/dt < 1$ свидетельствуют о слабых «хромосферных эффектах», развивающейся вспышке высоко в короне.

Начало протонного возрастания ACS SPI



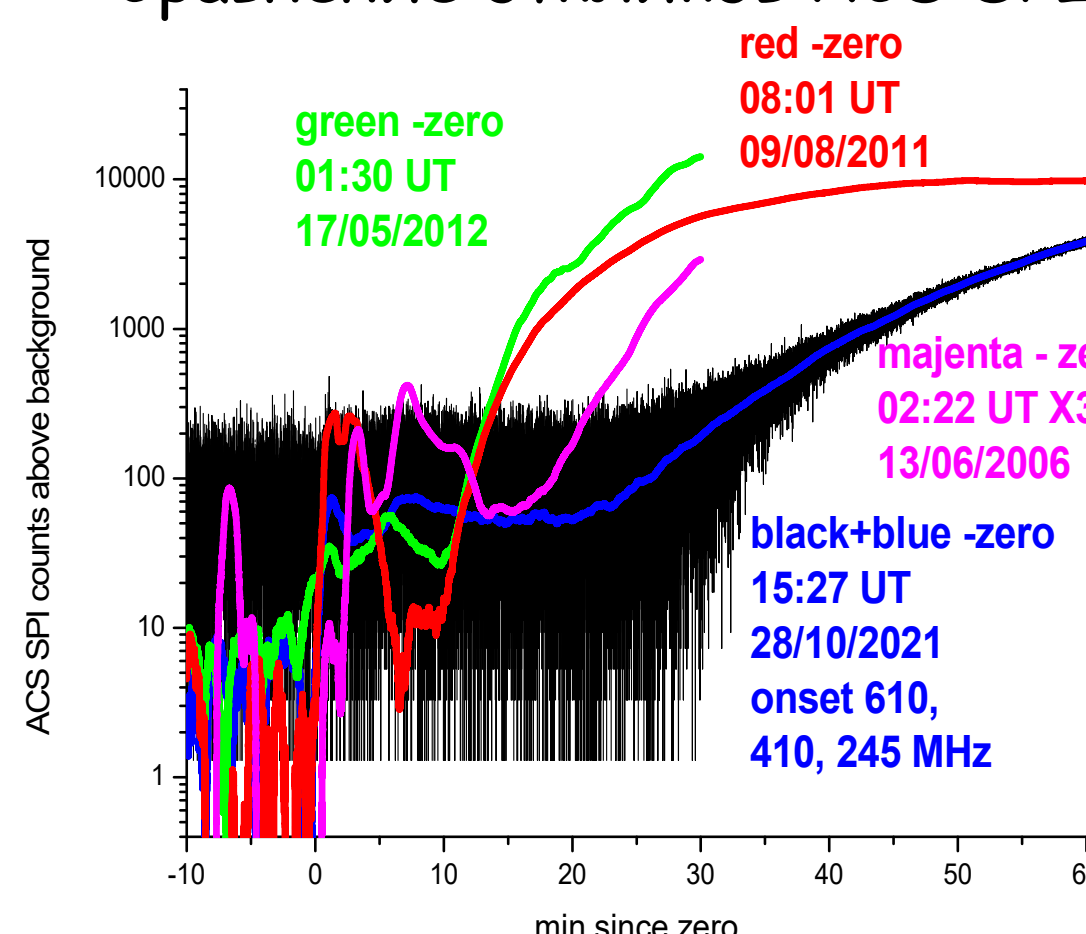
28.10.2021 - Возможный приход протонов на +10 мин, между 10-20 мин невозможно разделить протоны и HXR излучение, меньшая скорость роста потока протонов по сравнению с 17.05.2012.

Подобие временных профилей солнечных электронов (EPHIN) и протонов (ACS SPI)



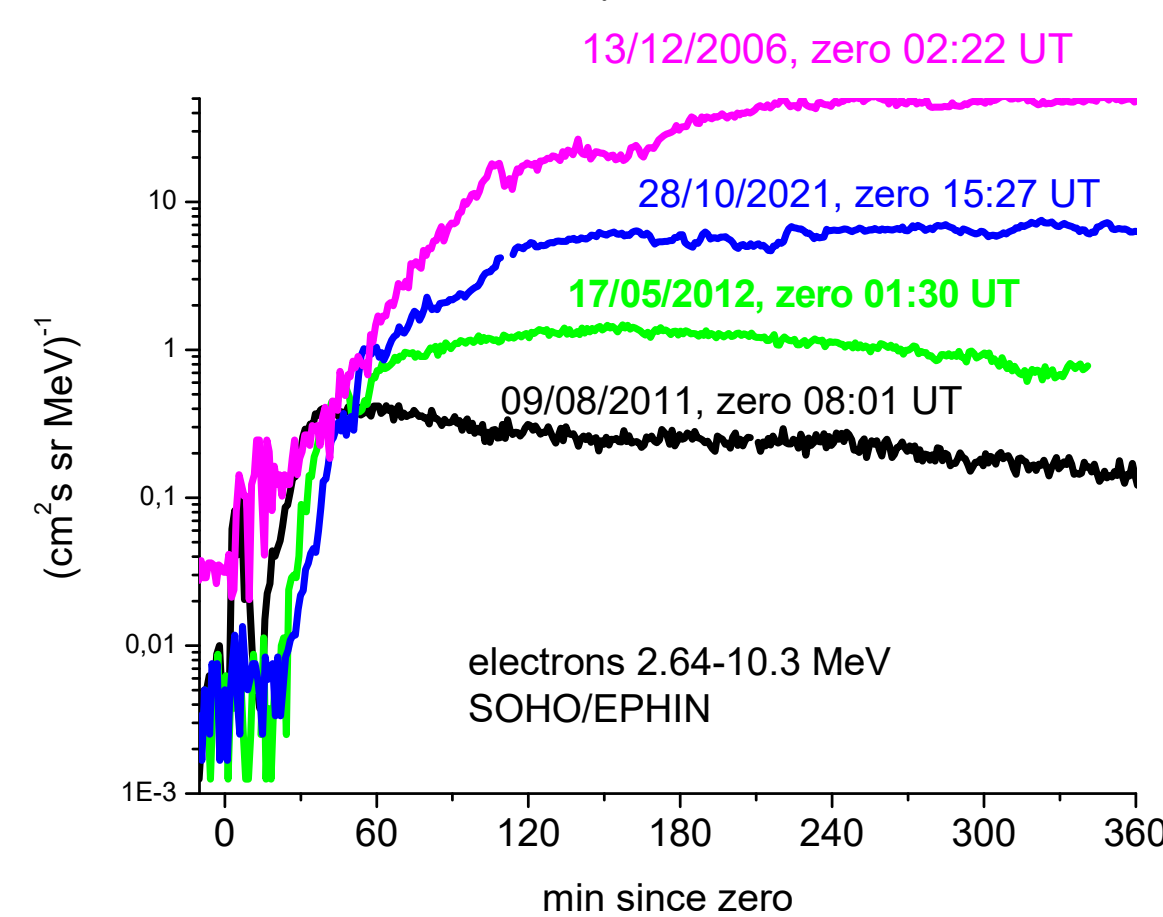
Временные профили потоков протонов и электронов подобны, одинаковые механизмы в распространения в кооне и МПТ.

Сравнение откликов ACS SPI



Разные моменты начала протонного возрастания, скорости роста потока протонов — влияние эффектов распространения (ВККП 37, устный доклад Григорьевой и др., 30 июня 2022).

Солнечные электроны SOHO/EPHIN !



Скорость роста потока электронов первые 60 мин не определяет итоговые потоки в МПТ, нужно длительное ускорение электронов (более часа).

Выводы

- Временные профили электронов и протонов с сопоставимыми релятивистскими факторами оказались подобными,
- так как ускорение релятивистских электронов ~10 МэВ ударными волнами невозможно, то ускорение на ударных волнах КВМ
- не являлось преобладающим механизмом набора энергии протонов и электронов.
- По нашему мнению солнечные электроны >1 МэВ и протоны >100 МэВ во вспышке X1.0, 28 октября 2021 года ускорялись стохастически (во множестве элементарных актов с длительностью много меньше всего процесса ускорения).
- Процесс развития эруптивной вспышки со слабо выраженной импульсной фазой длился более 10 мин и происходил на фоне ускорения КВМ. Родительские вспышки GLE71 28 октября 2021, GLE71 17 мая 2012 и GLE69 13 декабря 2006 во многом сходны.
- Относительно позднее начало возрастания потоков релятивистских электронов и протонов на орбите Земли по сравнению с событием GLE71 объясняется расположением вспышки 28 октября 2021 года (S26W05) направлением вылета КВМ.

